

---

# UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Kedua  
Sidang Akademik 2004/2005

Mac 2005

## **EBB 324/4– Bahan Termaju dan Komposit**

Masa : 3 jam

---

Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi LAPAN muka surat yang bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan.

Kertas soalan ini mengandungi TIGA soalan dari Bahagian A dan EMPAT soalan dari Bahagian B.

Jawab LIMA soalan. Jawab SEMUA soalan dari Bahagian A dan jawab DUA soalan dari Bahagian B. Jika calon menjawab lebih daripada lima soalan hanya lima soalan pertama mengikut susunan dalam skrip jawapan akan diberi markah.

Mulakan jawapan anda untuk setiap soalan pada muka surat yang baru.

Semua jawapan hendaklah dijawab dalam Bahasa Malaysia.

**BAHAGIAN A**

1. (a) Nyatakan komponen-komponen yang hadir dalam bahan komposit dan nyatakan DUA fungsi bagi setiap komponen.

(25 markah)

- (b) Komposit matriks polimer yang terdiri daripada matriks epoksi yang diperkuatkan oleh 70% isipadu gentian kaca-E telah dihasilkan. (Data, rujuk Jadual 1).

- i. Hitungkan pecahan berat gentian kaca-E di dalam komposit tersebut.
- ii. Kenalpasti ketumpatan komposit tersebut.

(35 markah)

- (c) Pertimbangkan gentian kaca jenis E (40% isipadu) yang selanjut dan tersusun selari, ianya digunakan sebagai tetulang di dalam matriks polipropilena. (Data, rujuk Jadual 1).

- i. Lakarkan lengkung tegasan-terikan bagi gentian kaca-E, matriks polipropilena dan komposit polipropilena diperkuat gentian kaca-E yang dikenakan tegasan selari dengan arah gentian.

(20 markah)

- ii. Hitungkan modulus keelastikan komposit tersebut apabila tegasan dikenakan selari dengan arah penyusunan gentian.

(10 markah)

- iii. Hitungkan modulus keelastikan komposit tersebut apabila tegasan dikenakan pada arah melintang (bersudut tepat) dengan arah penyusunan gentian.

(10 markah)

...3/-

---

Jadual 1: Sifat-sifat sebahagian matriks polimer dan gentian

Bahan	Modulus [MPa]	Kekuatan Tegangan [MPa]	Peratus Pemanjangan pada gagal	Ketumpatan (g/cm <sup>3</sup> )
Epoksi	6,900	69	-	1.1
Poliester	6,800	28	-	1.1
Polipropilena	1,400	34	10-700	0.9
Polistirena	3,100	48	1-2	1.05
Gentian kaca-C	$69 \times 10^3$	3,100	4.5	-
Gentian kaca-E	$72.4 \times 10^3$	3,400	4.8	2.54
Gentian karbon	$340-380 \times 10^3$	2,200-2,400	-	0.76-2.92

2. (a) Bincangkan proses pengikatan resapan untuk menghasilkan komposit matrik aluminium ditetulang dengan gentian selang boron. Nyatakan kebaikan dan kelemahan kaedah ini.

(30 markah)

- (b) Terangkan kaedah penghasilan komposit matrik seramik melalui proses penusukan wap kimia (*chemical vapour infiltration* atau CVI).

(30 markah)

- (c) Bagaimanakah penambahan tetulang mempengaruhi sifat-sifat rayapan dan lesu komposit matrik logam?

(40 markah)

3. (a) Hampir setiap bahan struktur yang berbentuk kepingan nipis boleh dijadikan kulit untuk struktur *sandwich*. Berikan sifat-sifat yang diperlukan untuk kulit tersebut.

(15 markah)

- (b) Bahan teras yang digunakan untuk menghasilkan struktur *sandwich* boleh dibahagikan kepada empat kumpulan. Namakan keempat-empat kumpulan tersebut dan berikan ciri-cirinya setiap satu.

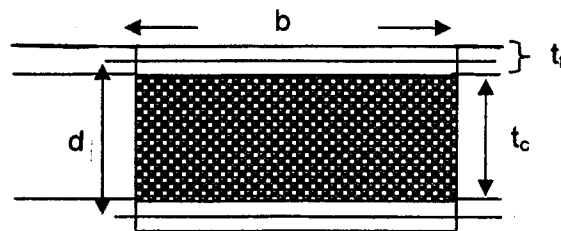
(20 markah)

- (c) Dengan menggunakan beberapa andaian, ketegaran kelenturan (flexural rigidity) bagi panel *sandwich* (Rajah 1) boleh ditulis seperti berikut:

$$\text{Ketegaran kelenturan, } D = \frac{E_r b t_r d^2}{2}$$

dimana:  $E_r$  adalah modulus keelastikan kulit,  $t_r$  ialah ketebalan kulit  $t_c$  ialah ketebalan teras dan  $b$  ialah kelebaran panel dan  $d$  ialah ketebalan efektif panel. Kirakan nilai  $D$  ketegaran kelenturan (flexural rigidity) berdasarkan nilai berikut:

$$E_r = 28 \text{ GPa}, t_r = 1 \text{ mm}, t_c = 10 \text{ mm}, b = 20 \text{ mm}$$



Rajah 1: Keratan rentas panel *sandwich*

(65 markah)

...5/-

**BAHAGIAN B**

4. (a) Terangkan mengenai bahan prapreg. Berikan EMPAT kelebihan-kelebihan prapreg termoplastik jika dibandingkan dengan prapreg termoset.

(15 markah)

- (b) Bincangkan salah satu teknik penghasilan komposit matriks polimer yang menggunakan prapreg sebagai bahan pemula (teknik kering). Perbincangan harus meliputi gambarajah skematik teknik yang dipilih, bagaimana teknik itu beroperasi, kebaikan teknik kering ini jika dibandingkan dengan teknik basah dan produk yang dihasilkan daripada teknik ini.

(35 markah)

- (c) Kontainer yang dihasilkan oleh pelilitan filamen diperbuat daripada resin epoksi diperkuat gentian kaca-E. Modulus keelastikan sebanyak 20 GPa diperlukan dalam struktur ini (Data, rujuk Jadual 1). Hitungkan:

- i. Kandungan peratus isipadu gentian kaca yang diperlukan.
- ii. Kandungan peratus berat gentian kaca yang diperlukan.
- iii. Ketumpatan komposit tersebut.
- iv. Berapa banyakkah pecahan beban yang ditanggung oleh gentian.

(50 markah)

5. (a) Perihalkan proses penghasilan komposit in situ Ni-TiC, serta nyatakan kelebihan komposit matrik logam yang dihasilkan melalui kaedah ini.  
(30 markah)
- (b) Dalam fabrikasi komposit matrik seramik, terdapat dua keperluan yang perlu dipertimbangkan, iaitu:
- i. Keserasian pengembangan termal.
  - ii. Keserasian kimia.
- Bincangkan.  
(30 markah)
- (c) Berbanding dengan komposit matrik logam dan komposit matrik polimer, didapati terikan kegagalan yang dialami oleh komposit matrik seramik jauh lebih rendah. Selain itu, kekuatan ikatan gentian-matrik turut mempengaruhi mod kegagalan yang dialami oleh komposit matrik seramik. Jelaskan keadaan ini dengan menggunakan gambarajah yang sesuai.  
(40 markah)

6. (a) Tuliskan nota ringkas mengenai jenis-jenis bahan perekat (adhesive bonding) berikut:

- i. Resin epoksi (Epoxy resin)
- ii. Epoksi terubahsuai (Modified epoxies)
- iii. Penolik (Phenolics)
- iv. Poliuretena (Polyurethane)
- v. Akrilik uretena (Urethane acrylates)
- vi. Poliester dan resin viniester (Polyester and vinylester resins)

(50 Markah)

(b) Terdapat beberapa bentuk kegagalan yang biasa berlaku kepada panel *sandwich*. Dengan bantuan gambarajah yang sesuai terangkan bentuk-bentuk kegagalan berikut:

- i. Kepatahan permukaan (Face yielding fracture)
- ii. Kegagalan teras ricih (Core shear failure)
- iii. Kulit berombak (Face wrinkling)
- iv. Lengkokan biasa (General buckling)
- v. Ronyok ricih (Shear Crimpling)
- vi. Lekukan setempat (Local indentation)

(50 Markah)

7. (a) Bincangkan SATU daripada topik berikut. (Perbincangan harus meliputi jenis-jenis resin dan bahan tetulang, jenis-jenis bahan (sedia ada) yang digunakan dalam aplikasi semasa, jenis produk yang dihasilkan, penambahbaikan sifat jika dibandingkan dengan bahan yang sedia ada dan jenis pemprosesan).

- i. Penggunaan komposit matriks polimer dalam industri pembinaan.
- ii. Penggunaan komposit matriks polimer dalam industri aeroangkasa.

(35 markah)

- (b) Satu elektrod kimpalan bintik yang diperbuat daripada logam kuprum yang diperkuat dengan alumina dihasilkan melalui kaedah serbuk metalurgi. Berapakah bilangan partikel tetulang yang hadir dalam setiap komposit berkenaan? Maklumat berikut mungkin membantu:

Kandungan alumina (peratusan berat): 10%

Diameter partikel alumina:  $100 \text{ \AA}$

Ketumpatan:  $3.9 \text{ g/cm}^3$  (alumina) dan  $8.93 \text{ g/cm}^3$  (kuprum)

(30 markah)

- (c) Terdapat empat jenis rekabentuk teras indung-madu (honeycomb comb) yang biasa digunakan didalam pembuatan *sandwich* panel. Namakan dan lakarkan bentuk indung-madu (honeycomb) tersebut

(35 markah)